

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ КАТИОНОВ В ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЗОННОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

**Аннотация:** Методом капиллярного зонного электрофореза определено содержание катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$  в водных вытяжках из проб лугово-черноземной почвы Омской области, взятых на глубине 5, 10 и 15 см. Статистически показано, что в отсутствие дождевых червей катионы распределены по слоям почвы приблизительно равномерно. В результате жизнедеятельности дождевых червей *Eisenia nordenskioldi*, *Lumbricus rubellus* и *Aporrectodea caliginosa* содержание ионов  $\text{Na}^+$  в поверхностном слое почвы достоверно повышается. Изменения в распределении других ионов специфичны для червей каждого вида.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, плодородие, катионный состав почв, дождевые черви, капиллярный зонный электрофорез.

Сохранение и увеличение плодородия почв является одной из ключевых мировых проблем. При агрохимической, гигиенической оценке почв и их экологическом мониторинге, среди многих контролируемых показателей, очень важны количественные данные о содержании в почвенных вытяжках катионов металлов. Значительный интерес представляет изучение влияния дождевых червей на катионный состав почв [1]. В настоящее время в практику анализа почв активно внедряется метод капиллярного зонного электрофореза (КЗЭ), который позволяет одновременно определить содержание нескольких катионов в образце с высокой скоростью и точностью.

В работе определено содержание катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$  в лугово-черноземной почве Омской области методом КЗЭ и оценено влияние трёх видов дождевых червей (*Eisenia nordenskioldi* (En) - аборигенный, естественный вид для данной почвы, *Lumbricus rubellus* (Lr) и *Aporrectodea caliginosa* (Ac) – инвазивные, не естественные виды для данной почвы) на послойное распределение этих катионов.

### Методика эксперимента

Этапы проведения эксперимента:

- Закладка мезокосмов (территория Омской областной станции юных натуралистов).
- Послойный отбор проб почвы из мезокосмов и подготовка проб для анализа согласно ГОСТ 17.4.4.02 [3].
- Количественное определение катионов методом КЗЭ с помощью компьютеризованного комплекса КЗЭ «Капель-104Т» по ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.74–2012 [4].
- Сопоставление данных о содержании каждого катиона в почвах с разной мезофауной и без нее, с учетом глубины слоя [5, 2].

Мезокосм – это пластиковая емкость, объёмом 20 л. В каждый мезокосм закладывалась просеянная через сита почва, сверху укладывалась подстилка. В крышке и дне мезокосма монтировались проницаемые для воздуха и воды окошки так, чтобы через них не могли проходить извне организмы почвенной мезофауны. Мезокосмы монтировались в почву, чтобы условия среды в них совпадали с естественными условиями обитания. В каждый мезокосм закладывалось 15 червей. Для контроля закладывались мезокосмы без червей. По прошествии трёх месяцев мезокосмы выкапывались, почва послойно разбиралась (три слоя по 5 см толщиной)

После пробоподготовки согласно [3] определяли содержание основных катионов до и после внесения дождевых червей в лугово-черноземной почве Омской области на приборе «Капель-104Т». Количественное определение катионов проводили согласно [4]. Статистическая обработка результатов

включала выявление статистически значимого различия средних значений выборок по критерию Стьюдента (t-критерий) [5, 2].

### Результаты и их обсуждение

Концентрации катионов в почвенных вытяжках, соответствующих разным слоям почвы мезокосмов сравнивали по t-критерию. Критическое значение  $t^*=2,31$  ( $P=0,95$ ,  $df=n_1+n_2-2=5+5-2=8$ , где  $n_1=n_2=5$ -число вариантов в каждой выборке) [2, с. 203]. Из табл.1 видно, что в контрольной почве для ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$  послойные выборки статистически не различаются, поскольку для них  $t < 2,31$ . Таким образом, при отсутствии червей катионы распределены практически равномерно (за исключением ионов аммония и калия) по слоям контрольной почвы.

Таблица 1. Концентрации катионов в слоях контрольных мезокосмов и коэффициенты Стьюдента при сравнении средних концентраций, соответствующих разным слоям этих мезокосмов

Слой почвы	Концентрация катионов в контрольных мезокосмах (мг/кг почвы)/ коэффициенты Стьюдента				
	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$
Верхний	$1,0 \pm 0,4/0,1$	$50,1 \pm 14,5/1,9$	$92,1 \pm 16,9/1,1$	$16,1 \pm 2,9/1,2$	$10,1 \pm 1,3/0,4$
Средний	$1,0 \pm 0,3/2,8$	$38,7 \pm 8,1/1,5$	$83,5 \pm 14,1/0,4$	$14,4 \pm 2,6/0,4$	$9,8 \pm 1,5/0,6$
Нижний	$0,65 \pm 0,15/2,4$	$29,2 \pm 16,1/2,7$	$81,1 \pm 11,8/1,5$	$14,0 \pm 2,2/1,6$	$10,3 \pm 2,0/0,3$

Значения  $t$  при сравнении средних концентраций в однотипных слоях контрольной почвы и почвы «с червями» представлены в табл. 2. Из табл. 2 видно, что:

1) вид Еп не оказывают достоверного влияния на распределение  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , достоверно снижает содержание  $\text{K}^+$  в верхнем и среднем слоях почвы, достоверно уменьшает содержание  $\text{Mg}^{2+}$  только в верхнем слое почвы.

2) вид Лг не оказывают достоверного влияния на распределение  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  в лугово-черноземной почве.

3) Вид Ас достоверно увеличивает содержание  $\text{NH}_4^+$  в верхнем слое почвы; достоверно уменьшает содержание  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  по всем слоям, не оказывают достоверного влияния на распределение  $\text{K}^+$ .

4) все три вида червей оказывают достоверное влияние на распределение  $\text{Na}^+$  в верхнем слое почвы – увеличивают его содержание по сравнению с контрольной почвой. Вид Lr достоверно увеличивает содержание  $\text{Na}^+$  в среднем слое.

Таблица 2. Концентрации катионов в слоях почвы в мезокосмах с червями и коэффициенты Стьюдента при сравнении мезокосмов с червями и контрольных мезокосмов ( $t^*=2,31$  ( $P=0,95$ ,  $df=8$ ))

Слой почвы	Концентрация катионов в мезокосмах с червями (мг/кг почвы)/ коэффициенты Стьюдента		
	En	Lr	Ac
<b><math>\text{NH}_4^+</math></b>			
Верхний	1,2±0,9/0,3	1,3±1,1/0,7	1,4±0,4/ <b>3,0</b>
Средний	1,1±0,9/0,1	1,3±1,2/0,6	0,8±0,3/1,3
Нижний	0,6±0,3/0,1	0,5±0,2/0,7	0,6±0,3/0,3
<b><math>\text{K}^+</math></b>			
Верхний	27,1±15,1/ <b>3,1</b>	36,5±20,6/1,5	38,5±16,2/1,5
Средний	21,8±8,1/ <b>4,1</b>	34,2±18,6/0,6	40,9±3,5/0,7
Нижний	21,1±5,8/1,3	25,8±15,7/0,4	28,9±7,6/0,1
<b><math>\text{Na}^+</math></b>			
Верхний	12,0±2,0/ <b>2,3</b>	12,0±2,0/ <b>2,4</b>	11,8±1,6/ <b>2,4</b>
Средний	11,1±2,4/1,3	12,2±1,5/ <b>3,1</b>	10,7±1,4/1,2
Нижний	10,8±2,9/0,4	10,8±1,8/0,1	9,5±0,6/1,1
<b><math>\text{Mg}^{2+}</math></b>			
Верхний	13,7±1,2/ <b>2,4</b>	14,5±4,7/0,8	13,3±0,8/ <b>2,5</b>
Средний	12,9±4,1/0,8	12,8±3,1/1,1	10,7±1,4/ <b>3,2</b>
Нижний	12,7±2,7/1,0	10,9±4,9/1,6	10,7±0,8/ <b>3,9</b>
<b><math>\text{Ca}^{2+}</math></b>			
Верхний	81,8±7,5/1,5	82,5±22,9/0,9	78,9±5,9/ <b>2,4</b>
Средний	77,0±21,9/0,7	73,1±15,0/1,4	65,5±5,0/ <b>3,4</b>
Нижний	75,9±15,1/0,8	63,8±27,0/1,6	63,6±5,0/ <b>3,8</b>

Таким образом, статистически показано, что в присутствии червей наблюдается некоторое изменение распределения катионов в почве, специфическое для каждого вида червей. Не для всех катионов полученные

результаты согласуются с литературными данными [1]. Механизмы влияния червей на распределение катионов в почве изучены не в полной мере, литературных данных недостаточно.

### **Выводы**

1. Методом КЗЭ определено содержание катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$  в пробах лугово-черноземной почвы Омской области, взятых на разной глубине. Статистически показано, что в отсутствие дождевых червей катионы распределены по слоям почвы приблизительно равномерно.

2. Результаты исследования указывают на перспективу использования этих видов червей в качестве модификаторов почвы, например, для управления процессом минерального питания растений в сельском хозяйстве.

### **Список литературы:**

1. Bityutskii, N.P. The priming effects induced by earthworm mucus on mineralization and humification of plant residues [Text] / Bityutskii N. P., Maiorov E. I., Orlova N. E. // European Journal of Soil Biology. – 2012. – V. 50. – P. 1–6.

2. Вершинин, В. И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Текст] : учебное пособие / В. И. Вершинин, Н. В. Перцев. – Омск : Издательство ОмГУ, 2005. – 216 с.

3. ГОСТ 17.4.4.02. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Электронный ресурс]. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 7 с. – Режим доступа: <http://inter-net-law.ru/gosts/gost/29438/>.

4. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.74–2012. Определение водорастворимых форм неорганических катионов в почвах, грунтах тепличных, глинах, торфе, осадках сточных вод, активном иле, донных отложениях [Текст]. – Москва, 2012. – 33 с.

5. Представление результатов химического анализа (рекомендации IUPAC 1994) [Текст] / Комис. по терминологии Науч. совета РАН по аналит. химии // ЖАХ. – 1998. – Т. 53, № 9. – С. 999–1008.